

$$E = \frac{P + a}{\sqrt{1 + \left(\frac{P + a}{L}\right)^2}}$$

E = evaporazione in 10 giorni (mm)

P = Precipitazione avvenute in 10 giorni (mm)

a = massima quantità di acqua che può evaporare dal suolo in 10 giorni in assenza di precipitazioni (vale 10 mm per terreni saturi)

L = fattore eliotermico

$$L = \frac{(T + 2)\sqrt{I_g}}{16}$$

In cui la T è la temperatura media dell'aria (°C)

I<sub>g</sub> = è la radiazione solare effettiva (cal/cm<sup>2</sup> giorno) calcolabile in funzione della radiazione solare teorica I<sub>0</sub> ed il numero di ore di esposizioni (n) rispetto a quelle teoriche (N)

$$I_g = I_0 \left(0.18 + 0.662 \frac{n}{N}\right)$$

I valori di I<sub>0</sub> sono tabulati in letteratura per i diversi mesi dell'anno e per le diverse latitudini del globo terrestre.

Di seguito si riportano gli estratti dei fogli elettronici impiegati per i calcoli e i grafici con i risultati del calcolo effettuato.

Il percolato della vasca potrà essere:

- uguale in quantità e qualità alle acque meteoriche che insistono sulla vasca completamente vuota;
- costituito dalle acque meteoriche che non evaporano ma percolano dai rifiuti abbancati. Il fondo della vasca è completamente ricoperto di rifiuti;
- miscela di percolato e acque meteoriche; situazione intermedia in cui la vasca sarà riempita parzialmente e dunque ci saranno le acque meteoriche che cadono nella parte di vasca vuota ed il percolato nella parte con i rifiuti abbancati.

La stima dell'evaporazione delle acque meteoriche nel caso di vasca completamente vuota è stata svolta attraverso l'equazione di Conti:

$$E_j = k_j * T_j * \left(\frac{p_n}{p_j}\right)$$

dove:

E<sub>j</sub> = altezza di evaporazione del mese j

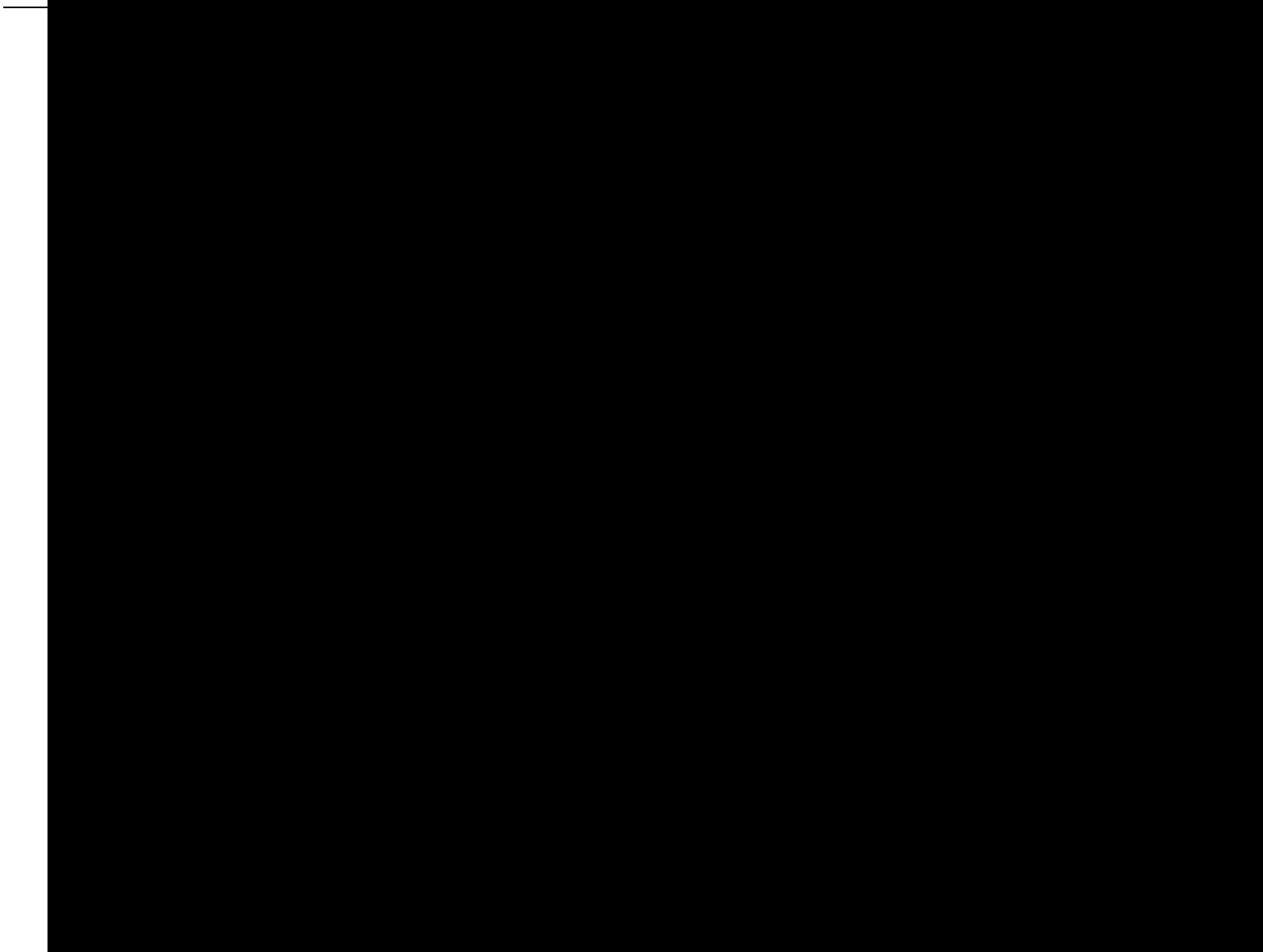
k<sub>j</sub> = coefficiente sperimentale che dipende dal mese in cui si considera

T<sub>j</sub> = temperatura media del mese

p<sub>n</sub> = 760 mmHg (pressione in condizioni Normali)

p<sub>j</sub> = pressione media del mese j

Il grafico seguente descrive il bilancio ideologico per la vasca completamente vuota:



Si osserva che non ci sarà un accumulo di acqua meteorica in un anno perché grazie all'irraggiamento solare ci sarà la completa evaporazione.

Il rendimento di evaporazione è di gran lunga maggiore rispetto alla situazione in cui ci sono abbancamento dei rifiuti perché il rendimento stesso non è influenzato dall'effetto di ritenzione dell'umidità e di schermatura dai raggi solari da parte dei materiali abbancati. Il bilancio nel caso di vasche vuote è fortemente sbilanciato verso l'evaporazione.

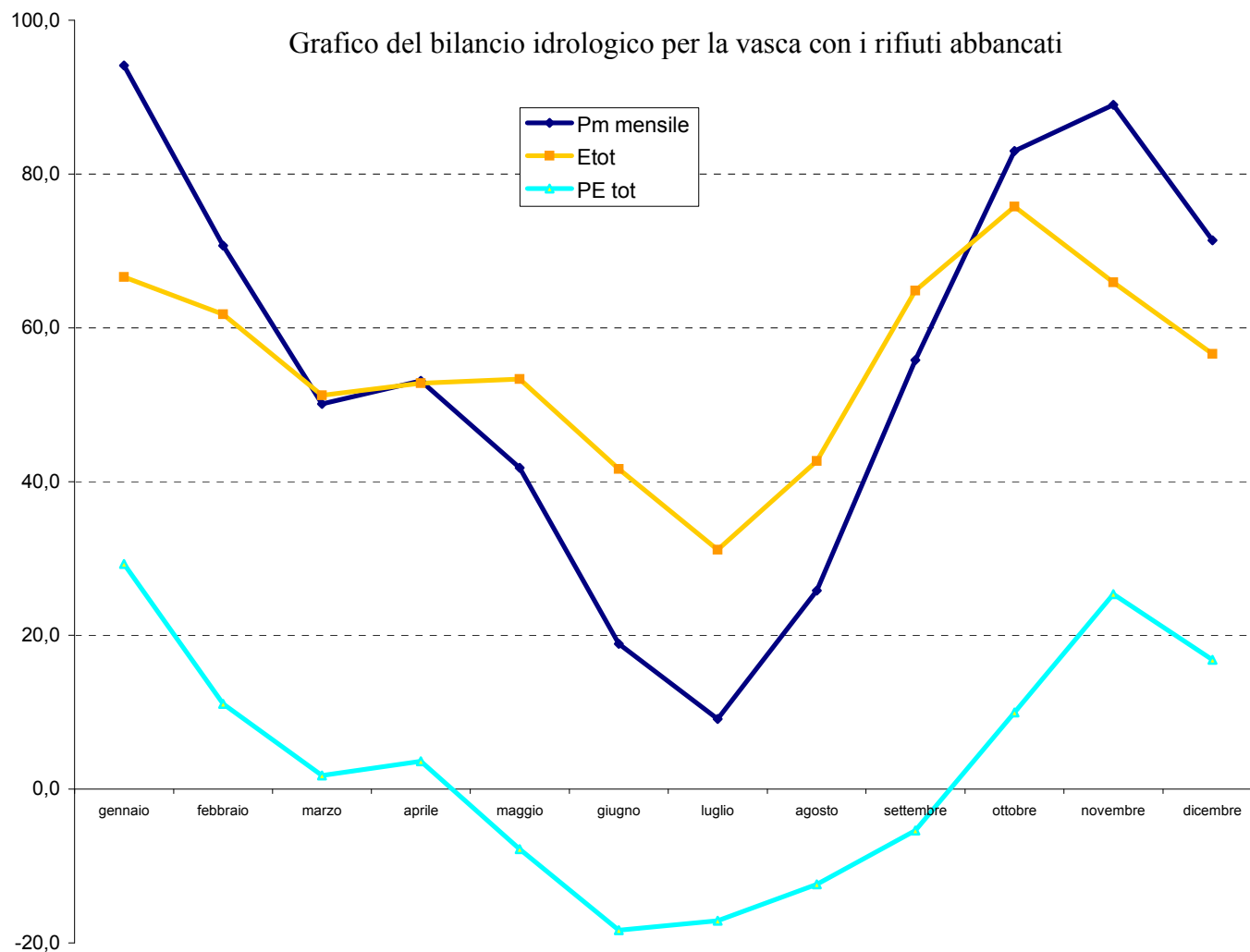
I rifiuti, conferiti in Celle separate all'interno di contenitori impermeabili BIG-BAG, chiaramente non saranno soggetti a lisciviazione da parte delle acque meteoriche.

Queste caratteristiche comportano un rendimento di evaporazione per irraggiamento solare minore rispetto agli strati di rifiuto tal quale –libero- (fango o cenere).

Il calcolo del bilancio idrologico in fase operativa prevederà:

- perdita di acqua per la sola evaporazione dovuta all'energia solare
- evapotraspirazione nulla (si considera nulla la presenza di copertura vegetale sui rifiuti abbancati)
- rifiuti non completamente saturi di acqua al momento della messa a dimora
- aggotamento del percolato ed invio a impianto di trattamento.

Di seguito si riporta il grafico con i risultati della trattazione analitica.



esempio Tabella riassuntiva del foglio elettronico

	<b>Pm mensile</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>Ig (cal/cm2 d)</b>	<b>PE tot</b>	<b>E1 (mm) 10d</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>Etot</b>	<b>PE tot</b>
gennaio	94,1	12,436	12,929	13,806	307,33	94,1	15,16	26,85	24,58	66,60	27,5
febbraio	70,7	16,141	15,120	15,822	416,79	70,7	21,52	16,62	23,62	61,76	8,9
marzo	50,1	18,641	19,595	21,356	551,51	50,1	15,68	20,93	14,64	51,25	-1,1
aprile	53,1	25,050	25,050	26,851	686,23	53,1	20,97	13,24	18,59	52,80	0,3
maggio	41,8	31,474	34,287	35,870	791,48	41,8	16,26	15,76	21,33	53,36	-11,6
giugno	18,9	38,788	40,498	42,478	829,37	18,9	10,72	16,30	14,66	41,67	-22,8
luglio	9,1	44,335	45,045	46,111	808,32	9,1	9,11	9,13	12,88	31,12	-22,0
agosto	25,8	44,361	44,024	42,168	728,33	25,8	9,28	17,69	15,71	42,68	-16,9
settembre	55,8	37,265	36,344	34,811	602,03	55,8	12,52	17,56	34,76	64,83	-9,0
ottobre	83,0	29,253	27,639	25,151	463,1	83,0	25,30	22,91	27,55	75,76	7,2
novembre	89,0	20,302	18,467	16,460	336,8	89,0	21,16	22,55	22,22	65,94	23,1
dicembre	71,4	13,908	13,596	13,075	277,86	71,4	22,69	17,65	16,28	56,62	14,8

La stima della quantità di percolato porta a circa 40 mm che saranno prelevati dai pozzetti di raccolta e condotti a smaltimento.

La situazione intermedia di abbancamento dei rifiuti in cui il fondo della vasca 6-7 sarà solo in parte, porta ad una produzione di percolato che sarà eliminata tramite l'evaporazione nel resto della vasca vuota.

Tale risultato sarà raggiunto iniziando ad abbancare i rifiuti sulla parte di vasca dove il fondo è più alto rispetto ai pozzetti di raccolta, permettendo così al percolato di giungere nella parte di fondo scoperto e quindi evaporare liberamente.

Quindi per la vasca 6/7 la produzione di percolato dovrà essere intercettata da quando il fondo vasca sarà completamente ricoperto.

Tale trattazione dimostra che se le Celle sono gestite in modo tradizionale (ricircolo del percolato) questo risulta essere un metodo efficace per il trattamento dello stesso.

## **8.2 Gestione delle acque meteoriche**

Le acque meteoriche cadute sulle strade che costituiscono la viabilità interna dell'impianto, verranno raccolte da una rete separata e gestite in conformità alla normativa vigente la quale prevede l'accumulo ed il successivo trattamento delle acque di prima pioggia. Il sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede l'accumulo delle acque di prima pioggia in una vasca ed il successivo prelievo dalla vasca di accumulo e conferimento ad impianti di trattamento in conformità alla normativa vigente in materia di gestione dei rifiuti.

### **8.2.1 Rete idraulica di raccolta**

La rete di raccolta sarà costituita da canalette prefabbricate con superficie di passaggio adeguata al rapido allontanamento delle acque meteoriche scolanti dalle strade.

La rete così realizzata costituisce un circuito separato atto a raccogliere le acque meteoriche provenienti dalla viabilità interna e a convogliare le stesse alla vasca di accumulo delle acque di prima pioggia senza interferenze con altri sistemi di raccolta.

Per il dimensionamento della rete di raccolta si è calcolata la portata come segue:

$$\text{Portata } Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

Dove:  $i$  = intensità di pioggia (100 mm/h);  $A$  = area d'influenza;  $\varphi$  = coefficiente d'afflusso (uguale a 1). La scelta del valore dell'intensità di pioggia e del coefficiente d'afflusso è stata fatta a favore della sicurezza. Complessivamente l'area dell'impianto è suddivisa in due parti principali (di circa 5500 m<sup>2</sup>) scolanti in due canalette di raccolta (vedi elaborato grafico tavola T4). Complessivamente ciascuna area di influenza apporta 0,15 m<sup>3</sup>/s.

Ai fini della sicurezza nel computo effettuato le aree di influenza non sono state volutamente aumentate di circa il 15%. La rete di raccolta, così come rappresentata nell'elaborato grafico (vedi tavola T4), è stata dimensionata con un sistema di canalette. La portata smaltita dalla canaletta è stata determinata con la formula di Chézy:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

nell'espressione di Gaukler-Strickler:

$$C = k \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

Dove:  $Q$  = portata di progetto;  $A$  area bagnata;  $m$  = coefficiente di Gaukler-Strickler;  $R$ = raggio idraulico della sezione;  $i$  = pendenza della canaletta. Tutti i tratti della rete risultano verificati.

### 8.2.2 Vasca di accumulo delle acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia provenienti dalle aree adibite a viabilità interna e parcheggio sono convogliate tramite canalette alla vasca di accumulo dalla quale vengono prelevate tramite autospurgo e conferite a ditte autorizzate per lo smaltimento in conformità alla normativa vigente. La rete così realizzata costituisce un circuito idraulico separato.

La normativa vigente ed in particolare il D.Lgs. n° 152/99 prevede che in materia di tutela della qualità delle risorse idriche le Regioni regolamentino la gestione delle acque di prima pioggia di dilavamento delle superfici pavimentate a servizio di attività antropiche (art. 39). Allo stato attuale, non avendo ancora la Regione Lazio, regolamentato la gestione delle acque di prima pioggia, per il dimensionamento e la gestione delle opere idrauliche si è fatto riferimento alla legislazione della Regione Lombardia, attualmente l'unica disponibile (Legge Regionale Lombardia n° 62, del 27 maggio 1985: "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature- Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento). In base a tale normativa le acque di dilavamento dei piazzali e delle aree destinate a parcheggio devono essere accumulate e trattate prima dell'immissione sui corpi idrici superficiali in quanto suscettibili di

inquinamento prodotto dalle sostanze accumulate sulle superfici impermeabili in un tempo di siccità uguale o maggiore di 48 ore. La stessa normativa prevede che per la determinazione del volume di accumulo necessario a garantire il trattamento di tutte le sostanze inquinanti eventualmente presenti si considerino i primi 5mm di pioggia. Oltre tale volume le acque sono da considerarsi non inquinate (come previsto dall'art. 19 della già citata Legge regionale). Nel caso specifico per la determinazione del volume di accumulo della vasca di prima pioggia si è fatto riferimento alla normativa della Regione Lombardia.

Per il dimensionamento del volume della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia si è fatto riferimento alla seguente relazione:

$$V = S \cdot 0.005 \cdot \beta$$

Dove:  $\beta$  è il coefficiente che dipende dalla permeabilità della superficie che è stato assunto uguale a 1.

Nel caso specifico il volume di accumulo deve essere:

$$V = 11.000 \times 0,005 \times 1 = 55 \text{ m}^3$$

- E' prevista la realizzazione di un bacino di accumulo costituito da una vasca in calcestruzzo armato, di capacità utile pari a 60 m<sup>3</sup>, di volume di accumulo, largamente superiore a quanto previsto dalla normativa vigente. La vasca di accumulo avrà le pareti impermeabilizzate con vernici a base di resine epossidiche. (vedi elaborato grafico).

## 9 Copertura finale

La copertura sarà costituita dai seguenti strati:

### STRATO 1 (strato superficiale di copertura):

- la parte più alta, quella quindi con possibili interazioni con l'ambiente esterno, sarà costituita da 30 cm di strato di terreno vegetale inerbato sovrastante uno strato di 1 m di terreno naturale. Questi due strati costituiscono lo strato superficiale di copertura che deve favorire un supporto per lo sviluppo delle specie vegetali;

-

### STRATO 2 (strato drenante):

- sotto lo strato 1 sarà posizionato lo strato drenante composto da pietrisco con pezzatura controllata con uno spessore medio di 60 cm. Tale strato sarà protetto da uno strato di

geotessile che non permetterà a corpi estranei fini di intasare lo strato di percolazione. La disposizione di tale strato sarà studiata ed effettuata considerando la posizione e la geometria di ogni singola vasca, favorendo la circolazione delle acque sui lati delle vasche, all'esterno delle stesse eliminando la possibilità di formazione di un battente idrostatico;

STRATO 3 (strato minerale):

(strato impermeabile artificiale):

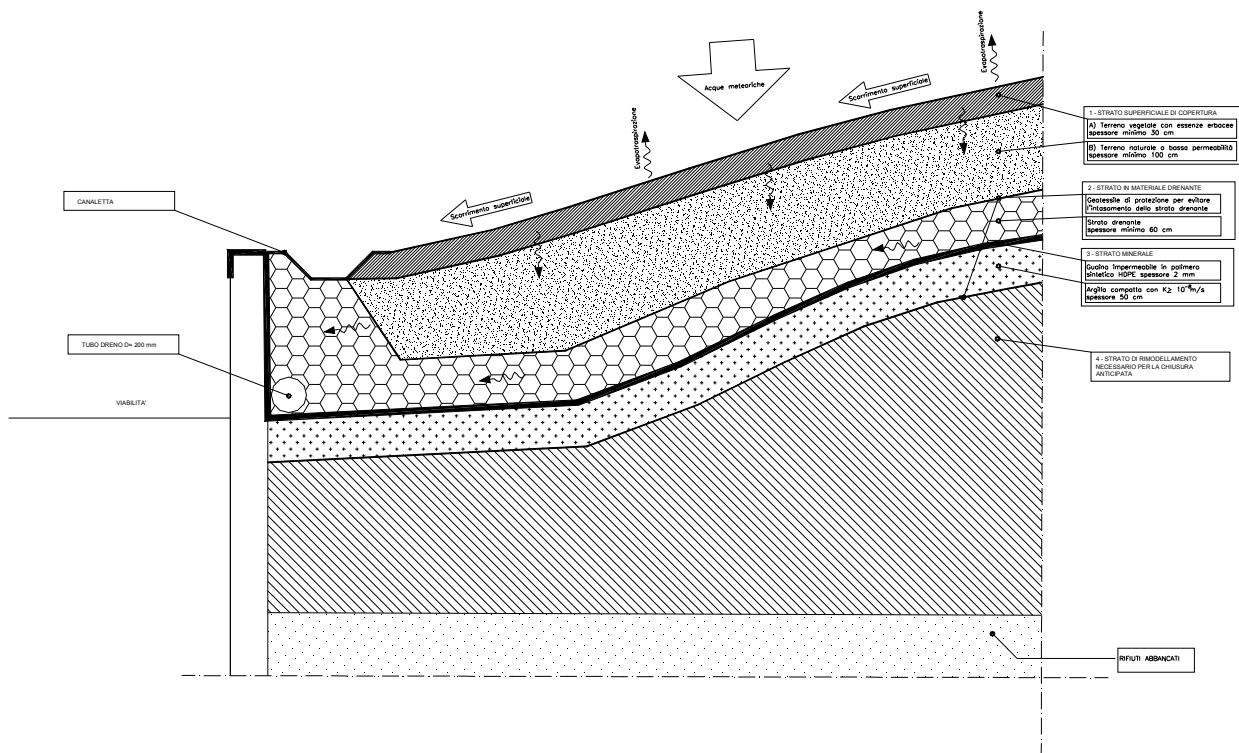
- Telo di rivestimento in sintetico, guaina impermeabile polimero in HDPE sp. 2 mm ad alta resistenza meccanica, antiacido, posizionato subito al di sopra dello strato di argille
- strato minerale compatto con permeabilità media  $> 10^{-8}$  m/s, costituito da argilla e bentonite con uno spessore medio non inferiore a 0.5 m.

STRATO 4 (strato di rimodellamento e regolarizzazione):

- Questo livello verrà deposto a contatto con i rifiuti. Tale strato sarà costituito da terreno di risulta proveniente da scavi o da risulta di attività estrattive, scevra di sostanze organiche, vegetali, e da massi o pietre. Sarà livellata e compattata a diretto contatto con il livello massimo di abbancamento dei rifiuti. Il compito di tale strato, oltre a regolarizzare la superficie ultima dei rifiuti, sarà quello di riempire completamente le vasche di deposito dei rifiuti portando il livello di posa dello strato 3 a livello delle pareti delle vasche.

Tale configurazione lavorazione sarà eseguita a conferimento terminato e dopo aver asportato la tettoia di copertura. Il Capping permetterà alle acque meteoriche di essere allontanate e condotte verso le canalette di deflusso perimetrali. Di seguito si riporta il particolare tipo della copertura sopra descritta, per tutti i dettagli si rimanda all'elaborato grafico.

# Schema della copertura



## 10 Organizzazione e procedure

Per l'esecuzione delle procedure di gestione descritte nei paragrafi precedenti, ai quali si rimanda per la descrizione delle stesse, sono impiegate le risorse di seguito elencate.

### Direttivo

Direttore impianto: dott. geol. Dario TUFONI;  
Direttore tecnico amministrativo: geom. Ciro MANDA;  
Capocantiere e responsabile tec.: geom. Cristian CALVANESE  
Operai addetti all'impianto: N° 2 (specializzati in manutenzioni edili);  
Custode (ore diurne): a rotazione fra gli operai assunti dalla Società;  
Custode (ore notturne): servizio in appalto ad un istituto di vigilanza.

### Mezzi in dotazione presso l'impianto:

N° 5 veicoli con aspiratori cisterna;  
N° 6 cisterne per morchie e fondami;  
N°1  
Trattore con rimorchio,  
Pala meccanica,  
Terna escavatrice su gomma,  
Gruppo elettrogeno, motosaldatrice, elettropompa  
Ciascun automezzo è compreso di un addetto che si occuperà anche della collocazione del rifiuto presso l'impianto.  
Ciascun automezzo è compreso di un addetto che si occuperà anche della collocazione del rifiuto presso l'impianto.

Di seguito sono individuate le procedure operative che il personale addetto all'impianto deve attuare.

Procedura di accettazione dei rifiuti

Il personale segue le procedure individuate al capitolo 2

#### Procedura di gestione delle celle

Il personale segue le procedure individuate al capitolo 5

#### Procedura di manutenzione automezzi

Tutti gli automezzi in servizio presso l'impianto sono ispezionati prima e dopo l'uso. La manutenzione programmata e straordinaria è affidata a ditta esterna.

#### Procedure di controllo

Il personale attua le procedure di monitoraggio individuate al capitolo 6.

Presso l'azienda è istituito il servizio di prevenzione e protezione ai sensi del D.Lgs. 626/94, nominato il responsabile, il medico competente ed adottato il documento di sicurezza e salute nel quale sono individuate le misure da adottare ai fini del miglioramento della sicurezza durante il lavoro.

Il personale è informato e formato sui rischi ai quali è esposto durante l'attività lavorativa, sulle misure di prevenzione adottate dall'azienda e sull'uso dei DPI.